



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

FARKLI ÖZELLİKTEKİ İÇ ORTAMLARDA PARTİKÜL MADDE (PM) VE KARBON DİOKSİT (CO₂) SEVİYELERİNİN MEKÂNSAL VE MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

**OSMAN ÇOTUKER
SİBEL MENTEŞE
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**



FARKLI ÖZELLİKTEKİ İÇ ORTAMLARDA PARTİKÜL MADDE (PM) VE KARBON DİOKSİT (CO₂) SEVİYELERİNİN MEKÂNSAL VE MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Osman ÇOTUKER
Sibel MENTEŞE

ÖZET

İnsanlar hayatlarının büyük bir kısmını kapalı ortamlarda geçirmektedir. Bu süreçte çeşitli hava kirleticilere maruz kalmaktadırlar. Önemli hava kirleticilerden olan partikül madde (PM) ve Karbon dioksitin (CO₂); gerek insan veya diğer canlı aktiviteleri ve yapı malzemeleri aracılığıyla, gerekse havalandırma yoluyla dış ortam havasından iç ortam havasına geçişi söz konusudur. Havada bulunan her iki kirletici türünün de olumsuz sağlık etkilerine ve konfor düşüklüğüne yol açtığı bilinmektedir. Bu çalışmada, Çanakkale ilinin farklı özellikteki (kentsel, kırsal ve endüstriyel) 3 ilçesinde bulunan ölçüm noktalarında havadan kaynaklı PM ve CO₂ seviyelerinin mekânsal ve mevsimsel değişiminin araştırılması amaçlanmaktadır. Hava ortamındaki PM, 6 kanallı lazer-ışık prensibine dayanan partikül sayım cihazı ile anlık olarak ve CO₂ seviyesi ise kızılötesi (IR) kaynağına dayanan yine anlık ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre; PM ve CO₂ seviyelerinin mekânsal değişim gösterdiği bulunmuştur. İç ortam havasında ölçülen ortalama en yüksek PM ve CO₂ seviyeleri endüstriyel bölgede gözlenirken; en düşük ortalama PM ve CO₂ seviyeleri ise kentsel bölgede gözlenmiştir. Mevsimsel olarak ise en yüksek ortalama PM ve CO₂ seviyeleri kış aylarında bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: İç ortam hava kalitesi, Karbon dioksit, partikül madde, mekânsal değişim, mevsimsel değişim, Çanakkale.

ABSTRACT

People spend most of their times indoors and have exposed to various air pollutants. Particulate matters (PM) and Carbon dioxide (CO₂), one of the major air pollutants, are either being generated indoors by human/animal activities and building products or infiltrating into indoor air from outdoor by ventilation. It is known that both air pollutants result in adverse health effects and discomfort problems. This study was conducted to find the spatial and seasonal variations of CO₂ and PM in 3 towns of Canakkale with different characteristics (*i.e.* urban, rural, and industrial). Amount of PM in the air was measured by a real-time, 6-staged particle counter, based on laser-light source; CO₂ level was measured by a real time instrument, based on infrared (IR) source. Overall results of the study showed that levels of PM and CO₂ showed spatial variations. The highest indoor PM and CO₂ levels were occurred in rural sampling site, while the lowest indoor PM and CO₂ levels were occurred in the urban sampling site. The highest levels of indoor PM and CO₂, on average, were observed in the winter.

Key Words: Indoor air quality, Carbon dioxide, particulate matter, spatial variation, seasonal variation, Çanakkale.

1. GİRİŞ

İnsanlar hayatlarının büyük bir kısmını kapalı ortamlarda geçirmektedir. Bu süreçte çeşitli hava kirleticilere maruz kalmaktadırlar. Önemli hava kirleticilerden olan partikül madde (PM) ve Karbon dioksitin (CO_2); gerek insan veya diğer canlı aktiviteleri ve yapı malzemeleri aracılığıyla, gerekse havalandırma yoluyla dış ortam havasından iç ortam havasına geçişi söz konusudur. Havada bulunan her iki kirletici türünün de olumsuz sağlık etkilerine yol açtığı bilinmektedir.

Volkanlar, denizler gibi doğal nedenlerden ya da antropojenik olaylar neticesinde oluşan ve gaz içindeki ince ya da katı sıvı maddelerin oluşturduğu karışım Partikül Madde (PM) olarak tanımlanmaktadır ve aerosol olarak da isimlendirilebilmektedir [1]. Aerodinamik çapı $10 \mu m$ 'den küçük olan partiküller PM_{10} ya da kaba partiküller, aerodinamik çapı $2.5 \mu m$ 'den küçük partiküller ise $PM_{2.5}$ ya da İnce Partiküller olarak isimlendirilmektedir. Havadaki partiküllerin büyük bir kısmı insan aktiviteleri sonucunda oluşmaktadır. PM'in içeriğinde ise amonyum, sodyum, nitrat, iz metaller, klor, karbonlu maddeler, toprak elementleri ve su vardır [1].

İç ortamda bulunan partiküller, iç ortamdaki kaynaklardan ve dış ortamdan içeriye havalandırma yoluyla gelmektedir. Ortamdaki partiküllerin nedenini belirleyen faktörler; hava-değişim oranı, dış ortam PM seviyesi, iç ortam aktiviteleri, ortama atılan partiküllerin aerodinamik çapları olarak sıralanabilir [2-4]. Kapalı mekanlardaki partikül maddelerin kaynakları olarak sigara tüketimi, yemek yapma, hane içerisinde hareket gibi nedenlerle içeride PM oluşmakta ve dış ortamdan havalandırma sırasında taşınımı gibi hareket faktörleriyle de doğrudan etkileşimlidir.

İnce partiküllerin birikim hızları diğer partiküllere göre daha düşüktür. Ayrıca Bozkurt (2009) yaptığı bir çalışmada $PM_{2.5}$ ve PM_{10} değerlerindeki artışın insan hareketleri sonucunda arttığını ve rüzgâr yönünde kirleticilerin taşınmasına yardımcı olarak konsantrasyonlarını etkilediğini belirtmiştir [5]. Trafikte yakın evlerde iç ortam $PM_{2.5}$ konsantrasyonlarına ev içi aktivitelerin, dış ortamdaki trafikten daha fazla katkısı olduğu; trafik katkısını belirleyen faktörün evin yola olan mesafesinin değil, havalandırma tipinin olduğu belirlenmiştir [6].

Havadaki oranı diğer gazlara göre oldukça düşük olan CO_2 , atmosferde oran açısından %0-0.03 civarında bulunmasına rağmen; seviyesinde artış trendi olması sebebiyle hayatın devamı için önemli bir gazdır. Doğal soluma ve yanma sonucu ortaya çıkan, yanıcı olmayan, renksiz ve kokusuzdur. Evsel ısınmalarda bacalardan çıkan dumanlar, ulaşımda egzoz gazları, fabrika ve güç santrallerindeki atık gazların bileşiminde genellikle CO_2 bulunmaktadır. Atmosfere salınan CO_2 'nin yaklaşık %85'i fosil yakıtların tüketiminden, geri kalanı ise canlıların solunumu ve mikrobiyal canlıların organik madde ayrıştırmasından ileri gelmektedir [7]. Hızla artan fosil yakıt tüketiminden dolayı 1900'lü yılların başlarında 290 ppm olan CO_2 konsantrasyonunun, 2006 yılında 381 ppm düzeyinde olduğu saptanmıştır. Atmosferdeki CO_2 konsantrasyonu her yıl ortalama 2.3 ppm civarında artmaktadır. Bunun %30'u okyanus veya bitkilerce tutulmasına rağmen, geri kalan 1.5 ppm'lik miktar atmosferdeki CO_2 oranına eklenmektedir [8].

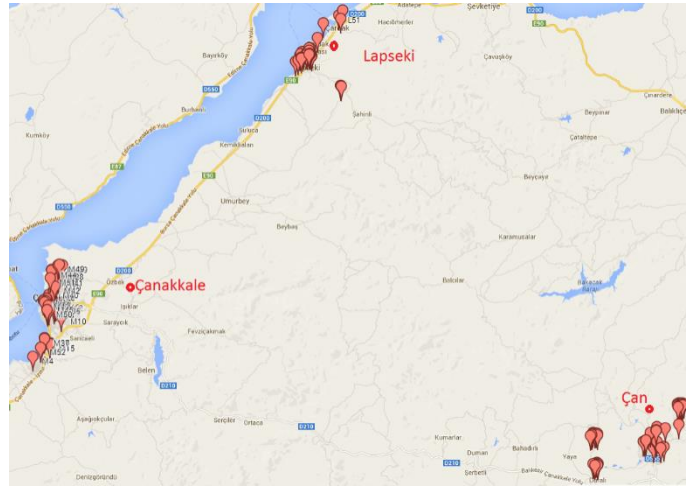
CO_2 , zehirsiz olmasına karşın boğucu bir gazdır; ortamdaki kullanılabilir oksijen konsantrasyonunu azaltıp, oksijensizlikten boğulmaya neden olur. Ayrıca artan solup alıp verme, insanlarda yorucu işleri yapma yetisini düşürme, kandaki pH ve pCO_2 oranlarını değiştirme, böbreklerde kireçlenme ve alveollerin kapasitesini düşürme gibi etkileri vardır [9]. Ortamdaki CO_2 seviyesi 3.500 ppm değerini geçtiğinde, merkezi sinir alıcıları etkilenir ve nefes almada eksikliğe neden olur [10]. CO_2 seviyeleri genellikle; dış ortamda 350-400 ppm arasında değişirken; iş yerlerinde ülkeler arası kabul görmüş aşılmaması gereken maksimum değer 5.000 ppm olarak belirlenmiştir. Kapalı ortam CO_2 değerleri 1.000 ppm'in üstüne çıktığında ise genel olarak mekândaki insanlarda huzursuzluk olduğu gözlenmiştir [11]. ABD'de yapılan bir çalışmada, öğrencilerin okullarına yaptıkları devamsızlık ile iç ve dış ortam CO_2 miktarının arasındaki ilişki araştırılmıştır. Okullarda ölçülen CO_2 miktarındaki 1.000 ppm'lik artış ile yılda ortalama olarak %10-20 oranında okul devamsızlıklarının artması arasında ilişki olduğu bulunmuştur [12].

Bu çalışmada, Çanakkale ilinin farklı özellikteki (kentsel, kırsal ve endüstriyel) 3 ilçesinde bulunan evlerde havadan kaynaklı PM ve CO_2 seviyelerinin mekânsal ve mevsimsel değişiminin araştırılması amaçlanmaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Şekil 1’de gösterildiği üzere Çanakkale ilinin farklı özellikteki 3 ilçesinde bulunan (Merkez: kentsel, Lapseki: kırsal, Çan: endüstriyel) toplam 121 ölçüm noktasında gerçekleştirilmiştir. Ölçümler için genel olarak oturma odaları seçilmiştir. 2013 yaz dönemi itibarıyla başlayan iç ortam PM ve CO₂ ölçümleri, 1 yıl boyunca her ay aynı ölçüm noktasında bir defa örnek almak suretiyle devam etmiştir ve ölçüm noktalarında PM ve CO₂ miktarı tayin edilmiştir [13].

Havadaki CO₂, anlık ölçüm yapan bir cihaz ile (Graywolf Inc., ABD) infrared (IR) kaynağına dayanarak saptanmıştır. PM konsantrasyonlarının ölçümü farklı çap aralarındaki ölçüm yapabilen, 6 kanallı ve lazer-diyod teknolojisini kullanan, anlık ölçüm yapan bir cihazla yapılmıştır (Lighthouse Inc., ABD). Ölçüm yapılan çap aralıkları; 0.3 µm, 0.5 µm, 1.0 µm, 3.0 µm, 5.0 µm ve 10 µm şeklindedir. Kapalı ortam havasında genellikle 1.0 µm ve altındaki partikül çaplı maddelerin daha çok bulunması nedeniyle bu cihaz seçilmiştir. Ölçümlere yerden ortalama 1-1.5 metre yükseklikten alınmıştır.



Şekil 1. Ölçüm noktaları (Çanakkale-Merkez, Lapseki ve Çan)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın yapıldığı ilçelerdeki ölçüm noktalarına ait bilgiler Tablo 1’de verilmektedir. Merkez’de yer alan ölçüm noktalarının yarısından fazlasında; Lapseki’de yarısında ve Çan’da yarısından azında 1 ila 3 kişi yaşamaktadır. Evde geçirilen süre açısından ise Lapseki ve Çan ilçelerindeki ölçüm noktaları benzer özellik göstermiştir. Buna göre; Merkez’de yer alan ölçüm noktalarında yaşayan kişilerin yarısından daha azı günlük ortalama olarak 16 saatten az süre ile bu ölçüm noktalarında vakitlerini geçirirken; Lapseki ve Çan’da yer alan ölçüm noktalarında oturan kişilerin 3’te 2’si vakitlerini bu ortamlarda geçirmektedir. Ortalama iç mekan havalandırma süreleri açısından da Lapseki ve Çan’da yer alan ölçüm noktalarında benzerlik göstermiştir. Buna göre; Lapseki ve Çan’da yer alan ölçüm noktalarında yaşayanların %10’undan fazlası, evlerini yıllık ortalama değer olarak 2 saatten daha uzun süre ile havalandırırken; Merkez’de yer alan ölçüm noktalarının yaklaşık %70’inde ortalama olarak 2 saatten daha uzun süre ile havalandırma yapılmaktadır.

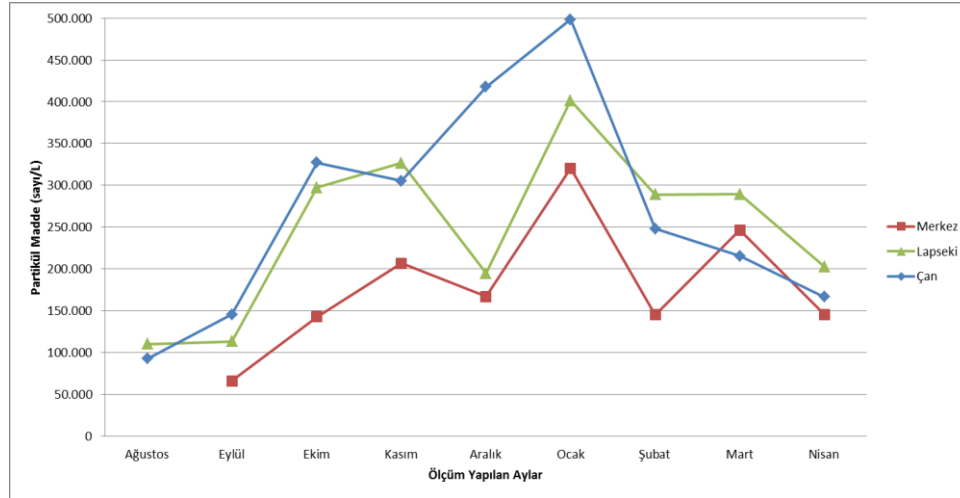
Tablo 1. Ölçüm yapılan noktalara ait bilgiler.

Özellik	Ölçüm noktası		
	Merkez	Lapseki	Çan
Kişi sayısı			
<3	43.5	50.0	53.9
≥3	56.5	50.0	46.1
Evde geçirilen ortalama süre (saat/gün)			
0-16	43.4	66.7	66.6
>16	56.6	33.3	33.4
Ortalama havalandırma süresi (saat/gün)			
<2	30.4	11.1	5.1
≥2	69.6	88.9	94.9

3.1. PM Seviyesinin Değişimi

Şekil 2'de Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinde yapılmış iç ortam hava kalitesi ölçümlerinin aylık ortalamalarının değişimleri yer almaktadır. 65.670 tanecik/L ve 498.322 tanecik/L arasında değişen toplam PM ortalamalarının ortalaması ise 231.750 tanecik/L'dir. İlçelerin ortalamaları dikkate alındığında; en yüksek iç ortam toplam PM seviyelerinin Çan ilçesinde daha sonra Lapseki ve en düşük toplam PM ortalamalara sahip ilçenin ise Merkez ilçenin olduğu görülmüştür.

Ölçülen en yüksek iç ortam toplam PM seviyesi Lapseki'de Ocak ayında 1.269.494 tanecik/L olarak ölçülmüştür. Merkez iç ortam toplam PM seviyesi ortalaması 179.815 tanecik/L, Lapseki iç ortam toplam PM seviyesi ortalaması 247.090 tanecik/L ve Çan iç ortam toplam PM seviyesi ortalaması 268.345 tanecik/L'dir. Ölçüm yapılan 3 ilçenin iç ortam toplam PM ortalaması 231.750 tanecik/L'dir.



Şekil 2. Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinde ölçülen ortalama iç ortam PM seviyelerinin aylara göre değişimi (tanecik/L)

İç ortam hava kalitesi ölçümleri neticesinde $PM_{\text{Çan}} > PM_{\text{Lapseki}} > PM_{\text{Merkez}}$ sonucu ortaya çıkmıştır. Ölçüm noktalarında yaşayan insanlara yapılan anket sonuçlarına göre eğitim oranı en yüksek ilçe Merkez, daha sonra Lapseki ve en düşük eğitim seviyesi Çan ilçesindedir. Çan ilçesinde ölçüm yapılan ölçüm noktalarının %72'sine yakını odun ve/veya kömür ve %26'sı doğalgaz ile ısınırken; Lapseki'de %94'ü odun ve/veya kömür kullanmaktadır. Merkez'de ise %72'i doğalgaz ile ve %28'i odun ve/veya kömür yakarak ısınmaktadır. Her ne kadar ölçüm noktalarında yaşayanlar arasında sigara içen kişilerin bulunmasına rağmen, bu noktalarda yaşayan kişiler evlerinde sigara içmediklerini belirtmiştir. Çan bölgesinde yapılan başka bir çalışmada gerek PM, gerekse Kükürt dioksit ve Azot oksitler açısından çevre havasındaki kirletici konsantrasyonlarının çok yüksek olduğu bulunmuştur [14]. Çan'da havalandırma sürelerinin yıllık ortalama değer açısından 2 saatin üzerinde olduğu düşünülecek olursa;

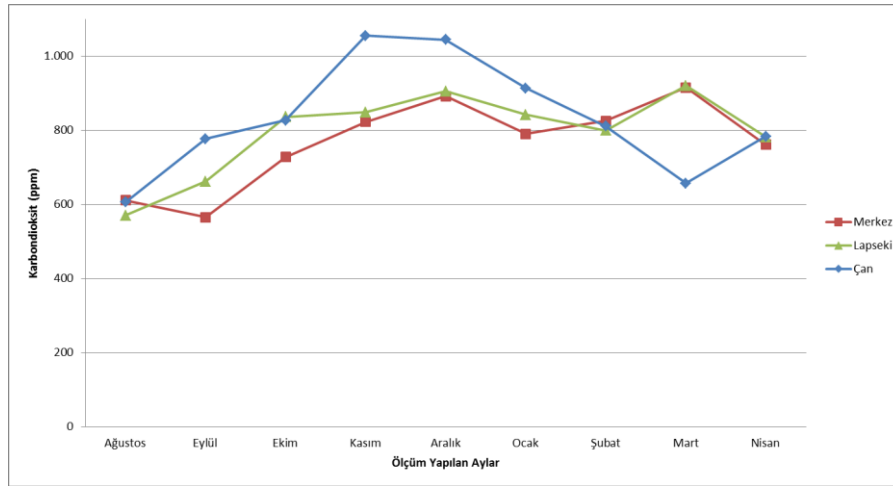
havalandırma yoluyla kirletici potansiyeli yüksek dış hava kompozisyonunun iç ortamlarda ölçülen PM seviyelerine katkısının olabileceği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Samsun'da yapılan bir çalışmada bazı okul ve kahvehanelerde PM seviyeleri kış ve bahar mevsimlerinde ölçülmüştür. Seçilen ölçüm noktaları trafik ve yerleşim yerlerine yakınlıklarına göre özel olarak seçilmiştir. En yüksek PM₁₀ değeri 196 µg/m³ ile Ocak ayında derslikte gözlenmiştir [11]. İstanbul'da ortaokullarda yapılan bir çalışmada ölçüle PM seviyelerinin geniş bir aralıkta değiştiği ve ölçüm yapılan okullardaki PM seviyelerine trafiğin katkısının olduğu belirtilmektedir [15]. Bir camide yapılan PM ölçüm çalışmasına göre; PM seviyesinin cami içerisindeki kişi sayısı ile pozitif yönde ilişkili olduğu belirtilmektedir [16].

3.2. CO₂ Seviyesinin Değişimi

Şekil 3'de Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinin iç ortam aylık ortalama CO₂ seviyelerinin aylara göre değişimleri yer almaktadır. 565 ppm ile 1.055 ppm arasında değişen CO₂ ortalamalarının ortalamaları 798 ppm'dir. CO₂ konsantrasyonları incelendiğinde, en yüksek iç ortam CO₂ ortalamasına sahip ilçenin Çan, daha sonra Lapseki ve en düşük CO₂ ortalamasına ise Merkez'de olduğu görülmektedir. İç ortam CO₂ seviyeleri incelendiğinde CO₂Çan > CO₂Lapseki > CO₂Merkez sıralaması görülmüştür. PM için yapılan değerlendirme, CO₂ için de geçerlidir. Ayrıca dış ortam CO₂ seviyeleri ortalamalarında da aynı sıralama görülmüştür.

En yüksek iç ortam CO₂ seviyesi Merkez'de Aralık ayında 2.700 ppm olarak ölçülmüştür. Merkez iç ortam ortalama CO₂ seviyesi 768 ppm, Lapseki iç ortam CO₂ seviyesi 796 ppm ve Çan iç ortam CO₂ seviyesi 830 ppm'dir. Tüm iç ortam ölçümlerinin CO₂ ortalaması ise 792 ppm'dir.



Şekil 3. Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinde ölçülen ortalama iç ortam CO₂ seviyelerinin aylara göre değişimi (ppm)

CO₂ seviyesi, ortamların havalandırma sürelerinin yeterli olup olmadığını belirlemede kullanılan önemli parametrelerdendir. Okullarda yapılan bir araştırmada havalandırma süresi arttırıldığında CO₂ değerinin hızla düştüğü ve maksimum seviye olarak 4.850 ppm'e, ortalama değer olarak ise 2.861 ppm'e kadar yükseldiği belirtilmiştir [17]. Genelde ortam havasında 1.000 ppm değeri gözlemlendiğinde ortam havasının yeterli kalitede olmadığı ve yetersiz ventilasyon yapıldığı belirtilmekte, ancak CO₂'nin 1.000 ppm'in altında olması ise ortamın sağlıklı ve yeterli kalitede olduğu anlamına gelmediği ifade edilmektedir [18]. Düz ovalı (2007) tarafından bazı okul ve kahvehanelerde CO₂ seviyeleri kış ve bahar mevsimlerinde ölçülmüştür. En yüksek CO₂ değeri 3.184 ppm ile Ocak ayında derslikte gözlenmiştir. Genel olarak CO₂ ortalama değerlerin kabul görülmüş standartların üzerlerinde olduğu da vurgulanmıştır [11].

SONUÇ

İç ortam hava kalitesi ölçümü sonuçları değerlendirildiğinde, en yüksek toplam PM seviyelerinin gözlemlendiği ölçüm noktalarında ortak olarak; günün büyük kısmında ortamda yoğun insan aktivitelerinin söz konusu olması ve havalandırma yoluyla kirli dış hava kompozisyonun iç ortam PM seviyesinde artışa yol açabildiği görülmüştür. Kalabalık ortamlarda insan varlığı nedeniyle artan CO₂ seviyesi, düzenli olarak havalandırma yapılmadığı takdirde yükselişe geçmektedir. Düşük insan aktivitesinin olduğu ortamlarda daha düşük CO₂ seviyeleri görülmüştür. Bu nedenle gerek PM seviyeleri, gerekse CO₂ seviyeleri açısından, iç hava kalitesine dış hava kalitesinin de etkisinin olduğu ve çalışmalarda dikkate alınması gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın yapıldığı bölgelerin belediye başkanları ve çalışanları ile çalışmanın katılımcılarına teşekkür ederiz. Bu çalışma, finansal olarak TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Proje No: 112Y059.

KAYNAKLAR

- [1] SEINFELD, J., Pandis S., “Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change”, 2nd Edition, 2006.
- [2] WALLACE, L., “Indoor Particles: A Review”, Journal of the Air & Waste Management Association, 46, 98-126, 1996.
- [3] LONG, C., Sulh H., Koutrakis P., “Characterization of Indoor Particle Sources Using Continuous Mass and Size Monitors”. Journal of the Air & Waste Management Association 50:1236-50, 2000.
- [4] BRANIS, M., Řezáčová P., Domasová M., “The Effect of Outdoor Air and Indoor Human Activity on Mass Concentrations of PM₁₀, PM_{2.5} and PM₁ in a Classroom”. Environmental Research 99:143-49, 2005.
- [5] BOZKURT, Z., “İç Ortam Havasında Eser Elementler ve İnorganik Gaz Kirleticilerin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve Sağlık Etkilerinin Belirlenmesi”. Doktora Tezi. Kocaeli Üniversitesi, İzmit, 2009.
- [6] MARTUZEVICIUS, D., Grinshpun S., Lee T., Hu S., Biswas P., Reponen T., LeMasters G., “Traffic-related PM_{2.5} Aerosol in Residential Houses Located Near Major Highways: Indoor Versus Outdoor Concentrations”. Atmospheric Environment 42: 6575-85, 2008.
- [7] MITSCHERLICH, G., “Die Welt in Der Wir Leben. Entstehung – Entwicklung, Heutige Stand Rombach Ökologie”, Rombach Verlag, Freiburg, 1995.
- [8] DENHEZ, F., Küresel Isınma Atlası. NTV yayınları, İstanbul, 2007.
- [9] BULGURCU, H., İlten N., Coşgun A., “Okullarda İç Hava Kalitesi Problemleri ve Çözümler”. TesiSat Mühendisliği Dergisi. Sayı: 96, s. 59-72, 2006.
- [10] ASHRAE, “ASHRAE Handbook CD”, Fundamentals. Chapter 9: Indoor Environmental Health, Atlanta, USA, 2003.
- [11] DÜZOVALI, G., “Kapalı Ortam Hava Kirliliği ve Çözümleri: Kahvehane ve Okul Durumu”. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 2007.
- [12] SHENDELL, D.G., Prill P., “Associations Between Classroom CO₂ Concentrations and Student Attendance in Wasington and Idaho”. Indoor Air, 14, 333-341, 2004.
- [13] ÇOTUKER, O., “Çanakkale İlinin hava kalitesinin inorganik kirleticiler ve meteorolojik parametreler açısından araştırılması”, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2014.



- [14] OZKURT N., Sari D. Akalin N. Hilmioglu B., “Evaluation of the impact of SO₂ and NO₂ emissions on the ambient air-quality in the Çan–Bayramiç region of northwest Turkey during 2007–2008”. *Science of the Total Environment* 456: 254-266, 2013.
- [15] EKMEKCIOGLU D., Keskin S.S., “Characterization of indoor air particulate matter in selected elementary schools in Istanbul, Turkey”. *Indoor and Built Environment* 16(2): 169-176, 2007.
- [16] OCAK Y., Kılıçvuran A. Eren A.B. Sofuoglu A. Sofuoglu S.C, “Exposure to particulate matter in a mosque”. *Atmospheric Environment* 56: 169-176, 2012.
- [17] HEUDORF U., Neitzert V., Spark J., “Particulate Matter and Carbon Dioxide in Classrooms – The Impact of Cleaning and Ventilation”. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 212(1), 45-55, 2009.
- [18] APTE G., Fisk J., Daisey J., “Associations Between Indoor (CO₂) Concentrations and Sick Building Syndrome Symptoms in US Office Buildings: an Analysis of the 1994-1996 Base Study Data”. *Indoor Air*, 10:246-257, 2000.

ÖZGEÇMİŞ

Osman ÇOTUKER

1990 doğumlu Çotuker, 2012 yılında Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 2014 yılında Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde Yüksek Lisans eğitimini tamamlamıştır.

Sibel MENTEŞE

1981 doğumlu Menteşe, 2002 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2004 yılında Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde Yüksek Mühendis unvanını almıştır. Sosyal Çevre konuları üzerine de ilgisi olan Menteşe, 2007 yılında Ankara Üniversitesi Sosyal Çevre Bilimleri Bölümünden ikinci Yüksek Lisans derecesini almıştır. 2004-2009 yılları arasında Hacettepe Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak çalışmıştır ve 2009 yılında iç hava kalitesi üzerine kapsamlı bir doktora tezi tamamlamıştır. Dr. Menteşe, Türkiye ve Almanya’da iç ortam hava kalitesi ve malzeme kalite uygunluk testi konuları üzerine çeşitli projeler yapmıştır. 2010 yılından bu yana Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. Son zamanlarda İç ve dış ortam hava kalitesinin sağlık etkilerine yönelik projeler çeşitli yürütmektedir.

